J.R.BOŠKOVIĆ

DESCRIZIONE D'UN NUOVO PENDOLO

PADOVA, 1770.god.

DELLA VERA INFLUENZA DEGLI ASTRI, DELLE STAGIONI, E MUTAZIONI DI TEMPO,

SAGGIO METEOROLOGICO

FONDATO SOPRA LUNGHE OSSERVAZIONI, ED APPLICATO AGLI USI DELL'AGRICULTURA, MEDICINA, NAUTICA, ec.

DI GIUSEPPE TOALDO

Preposito della SS. Trinità, e Pubblico Professore di Astronomia, Geografia, e Meteore nell' Università di Padova.

Si aggiungono i Pronostici di Arato tradotti dal Sig. Antonio Luigi Bricci,

E la descrizione d'un nuovo Pendolo a correzione, del Ch. P. Boscovich.

BIBLIOTECA NAZIONALE VENEZIA DI S. MARCO

IN PADOVA, MDCCLXX.

Nella Stamperia del Seminario.

Appresso Gio: Manfrè.

CON LICENZA DE' SUPERIORI.

DESCRIZIONE D'UN NUOVO PENDOLO A CORREZIONE

Del P. Ruggiero Giuseppe Boscovich D. C. di G. P. Professor di Matematica nell' Università di Pavia, ec.

LA Fig. 1. rappresenta tutto il Pendolo della Verga interrotta per la sua lunghezza. Contiene tre Micrometri; uno in S nella cima per slungare, e scortare la lunghezza assoluta ad arbitrio di chi lo regola con una mutazione più sensibile: uno in N per ottenere lo stesso con una mutazione minutissima: uno in V per rimediare alla variazione del caldo con un rimedio sensibilissimo; e i primi due si possono maneggiare senza fermare l' Orologio. La verga è doppia: di ferro, e di ottone; e vi è un modo particolare nella sua sospensione, il quale scema la frizione, e impedisce il moto obliquo della gran lente fuor del piano della oscillazione.

La testa è formata di due cilindri, uno solido più sottile VX, che entra in un altro più largo e cavo con una cavità indicata da' puntini, chiuso in cima: ivi nell' orlo questo secondo ha un circolo diviso in parti uguali, e un foro nel mezzo, in cui entra la vite SVT, che al suo manubrio ha attaccato un indicetto: entra essa vite per VT nell' altro cilindro solido, che riceve questa maschia in una sua femmina: girandosi la Vite ST, il cilindro interno si alza, o si abbassa, con tutto il pendolo inferiore. La testa del maggior cilindro ha due orecchioni AA, che dalla parte di sotto finiscono a cuneo sottile col filo un poco cavo all' ingiù. Questi due tagli devono appoggiarsi su due sostegni laterali, fermati sulla Cassa dell' oriuolo di dietro, la cui forma si rappresenta nella Fig. 2. Ivi il punto I corrisponde alla mezza grossezza, e da esso due triangoli piani salgono obliquamente verso le cime orizzontali AA', BB'; due scendono verso la orizzontale CC', e verso la sua parallela, che resta in dietro: quattro son verticali venendo in fuora, due verso le verticali A'C, B'C; e due altri verso le loro parallele della faccia opposta. Inseriti gli orecchioni in questi sostegni appoggeranno su d' un sol punto per uno, onde la frizione sarà sensibilmente nulla: per la curvatura de' fili, o tagli, non potrà questa testa muoversi nella direzione AA della Fig. 1., nè il pendolo potrà avere altro moto, che quello intorno all' asse immobile, il quale passerà per li due punti di appoggio. La Verga OPQ, che al solito finirà nella forca RQR, co' suoi dentini DD inseriti ne' denti della ruota C (questa perchè si veda è stata indicata un poco più giù) regolerà il moto dell' oriuolo dipendentemente da quello del pendolo.

Nel

Nel fondo del cilindro solido X vi è un intacco per far entrar in essa due verghe, E di ottone, F di Ferro, che vi rimangono incassate, e fermate con un chiodetto laterale per una: uno di questi viene indicato co' puntini neri.

Poco più sù esso cilindro è traforato con un buco sottile, in cui entra un cilindretto di ottone M M, che ha in L un manubrio circolare per girarlo attorno, ed ha accanto al foro un indice, il quale in un circoletto diviso mostra le parti di ogni rivoluzione. Il circoletto deve essere attaccato di sotto al cilindro V X in una distanza da esso tale, che per di sopra nell' alzarsi esso cilindro non urti nel labbro B B delle pareti del maggiore, che lo circonda. Questo cilindretto M M girando deve avvolgersi attorno due sottilissimi fili di metallo K I, facendo alzare, ed abbassare un pesetto G consistente in una Lentina, in cui sono infilzate le due verghe: questo moto accelererà, o ritarderà un tantino il moto del pendulo. Le intere rivoluzioni del cilindretto si potranno segnare in una delle due verghe colle lineette traversali scolpitevi ad ogni intero giro dell' indice in circa della Lentina.

H è la gran Lente, formata di due mezze lenti, che abbiano per base comune il gran circolo, e sieno unite insieme con quattro viti. V' è un circolo diviso in parti uguali, che ha un manubrio con un perno, e indice: essi potranno levarsi, e mettere; e se ne vedrà il modo, e l'uso nella Fig. 3.

Dentro questa Lente vi sta tutto l'ordigno per la Correzione del caldo, il quale si vede in essa Fig. 3. Questa rapresenta la Sezione di tutti i pezzi fatta per quella base comune delle due mezze lenti. Vi deve essere un canale, che riceva la continuazione delle due verghe E, F, uguale alla grossezza loro e larghezza, sicchè rimangano unite insieme; ma la Lente rispetto ad esse possa scorrere in su, e in giù. La prima svolta ad angolo retto in A fino ad I: ha due bracciuoli L L, che ricevono una vite, la quale deve essere girata dal manubrio V, e deve fare andare innanzi, e indietro il pezzo G N, la cui forma trasversale viene espressa nella Fig. 4. vedendosi in essa il buco quadrato I, in cui entra la Verga A I della Fig. 3., e il buchetto tondo in cui entra la vite, il quale deve avere la vite femmina. Conviene, che il buco I sia ben uguale alla verga, e questa di larghezza, e grossezza uniforme, perchè il pezzo ubbidisca esattamente alla vite, e non tentenni: per impedire meglio ogni inclinazione di questo pezzo, si può esso con due fili di ottone unire con una cornicetta mobile bene adattata alla stessa verga in vicinanza di A, i quali pezzi si vedono delineati co' puntini. Il pezzo G N in fondo verso N deve finire a cuneo in una retta.

La vite T L avrà verso L una testa con un foro quadrato, in cui entrerà l'ultima parte del perno attaccato al manubrio V, per poter far girare essa vite; e il piano del circolo avrà due aghi T T, ch' entrino in due buchetti del pezzo I L, e facciano, che girandosi il manubrio non si giri il circolo. Esso circolo col manubrio, perno, e indice, potrà così levarsi, quando se ne sarà fatto l' uso per spingere innanzi, o indietro, il

 pez-

pezzo G N, nel metterſi il pendolo in moto, per evitare anche quella piccola reſiſtenza dell' aria che eſſo farebbe. La machina ſarebbe più ſemplice, ſe ſi voleſſe il medeſimo immobilmente attaccato alle parti interne.

La verga F B piegata ad angolo retto in B, ſi ripiega in C pure ad angolo retto verſo D, la cui ultima parte O D deve eſſere doppia come la rapreſenta la Fig. 5. per poter ivi ricevere dentro la riga N O P della Fig. 3. eſpreſſa nella Fig. 6. col buchetto, per cui paſſerà il pernetto B B delle Fig. 5. Il piano ſuperiore di eſſa riga deve giacere in dirittura dell' aſſe, e perciò vi deve eſſere in O della Fig. 6, un riſalto circolare.

Su queſta riga nella Fig. 3. ſi appoggerà da una parte il filo angolare del pezzo G N, e dall' altra un ſimile filo del pezzo R, la cui ſola ſezione ſi rappreſenta nella Fig. 3; ed eſſo colla riga che lo ſoſtiene è rappreſentato nella Fig. 7. Ivi eſſo è bislungo in forma di parallelepipedo quadrato. La ſua lunghezza è nella Fig. 3. perpendicolare al piano di eſſa, figura, entrando colle due teſtate in due canaletti uguali ad eſſe ſcavati nella ſoſtanza delle due mezze lenti. In mezzo la parte inferiore delle due ſuperfizie laterali ſi ſpiega indentro formando un filo di cuneo, che termina in una ſemplice retta, la quale ſola deve appoggiare ſulla riga N O P ſopra P.

Intorno alle righe A I, B C D, N P, G N, nella Fig. 3. vi devono eſſere de' piccoli vani, che laſcino la libertà a' piccoliſſimi movimenti relativi, i quali devono venire cagionati dal caldo, come pure verſo la ſuperficie della lente, dove il pezzo V L entra in eſſa. Il gioco della machina ſi vede facilmente. Mentre il Caldo dilata le due verghe, dilatandoſi più la E A di ottone, che la F B di Ferro, ſcenderà tanto il punto N, che O, ma quello più di queſto. Onde la riga N O P, a modo di leva ſi girerà, rimanendo P più ſu di O: Quindi ſe la ragione di O P ad N P ſarà quella che ſi conviene, il pezzo R O reſterà al ſito medeſimo in cui era, o anche ſalirà un poco più, quanto è neceſſario per correggere il piccolo effetto della diſceſa del centro di gravità delle due verghe ſlungate colla dilatazione, il quale farebbe ſcendere un tantino il centro di oſcillazione, quando anche la lente reſtaſſe al luogo ſuo; e queſta piccola elevazione del pezzo R rimedierà anche alla dilatazione de' Fili di metallo I K che cagiona una piccola diſceſa del piccoliſſimo peſo G; imperocchè col pezzo R ſi alzerà un tantino tutta la lente, la quale ſi appoggia ad eſſo ſolo, ed ha libertà di muoverſi riſpetto a tutti gli altri pezzi.

H nella parte oppoſta Fig. 3. è un vano da farſi dalla parte oppoſta per compenſare i vani che vi ſono verſo M M, e il peſo minore delle verghe che ſono verſo quella parte, mentre il reſto della lente ſarà pieno di piombo: ciò farà che quando il pendolo non ſi muove, il centro della lente rimanga a piombo ſotto la ſoſpenſione, e le verghe E F verticali; e ſi otterrà facilmente queſto intento ingrandendo un poco o il vano H, o i vani della parte oppoſta, ſecondo che ſi vedrà l' inclinazione da una parte, o dall' altra.

Il maſſimo vantaggio di queſta coſtruzione ſta nella libertà, che ha l' Aſtronomo di dare eſſo la giuſta proporzione di N P ad O P, accoſtando coll'

coll' ajuto della vite il punto N ad O, o scostandonelo, e sapendo coll' ajuto del Micrometro, quanto precisamente si è accostato, o scostato. La proporzione prossima la quale deve dare l' artefice pel sito di G N posto in mezzo la vite deve essere di 11 a 7. Si può fare il diametro della lente di 9 in 10 pollici, e allora P N può divenir di 4. Quindi O N sarebbe di linee $17\frac{1}{2}$: se si fa la vite di 4 spire per linea, e il circolo si divide in parti 100, si avrà O N uguale a 70 spire, o sia particelle 700. Sia nella Fig. 8. andato per via del caldo il Vette N O R nella posizione *n O r*; e non abbia corretto perfettamente l' effetto del caldo (la pruova se ne farà facendolo camminare d' inverno per 24 ore misurate col moto medio del Sole, o col moto delle Fisse in una camera assai fredda, indi per altre 24 ore nella medesima bene scaldata con una stufa); spingendo allora N n in N' n' colla vite (se nella camera calda fosse ito più presto, ciò sarebbe segno, che l' effetto del caldo fosse stato più che corretto, e converrebbe fare un movimento tutto contrario all' espresso nella Figura) anderà r più su verticalmente in r', strisciandosi sul piano della riga che lo alza. Essendo N O : O R :: N n : R r, ed O R : O N :: R r' : N' n' = N n, sarà per l' ugualità perturbata N O : O N' :: R r' : R r; e però dividendo N N' : O N' :: r' r : R r. Quindi una particella del Micrometro accrescerà l' alzamento già fatto fino ad r per $\frac{1}{7000}$ parte di esso; ed essendo le piccole differenze degli effetti fra loro proporzionali, correggerà di più il numero delle oscillazioni per $\frac{1}{7000}$ parte della correzione già fatta dalla posizione precedente.

Ora la posizione precedente, che si suppone poco lontana della debita, avrà corretto a un di presso la total differenza, che vi deve essere stata nel numero delle oscillazioni ne' due casi, del gran caldo, e del gran freddo. Si supponga in essi una differenza di gradi 40 nel Termometro di Reaumur, la quale non vi sarà mai negli Osservatorj, essendo un orribile caldo quel di 30 gradi, e atroce freddo quello di — 10; e si cerchi la differenza del numero di Oscillazioni, che gli corrisponde in 24 ore. Una verga di ferro di 6 piedi, secondo le esattissime osservazioni di M. de la Condamine per 80 gradi di caldo si slunga per una linea; onde una di 3 piedi, ch' è prossimamente la misura del pendolo a secondi, da 40 gradi si slungherà per $\frac{1}{4}$ linea. Essendo i numeri delle oscillazioni in ragion reciproca sudduplicata delle lunghezze de' pendoli, ed il Pendolo a secondi di piedi 3. lin. 8 = lin. 440, in un giorno, che ha secondi 86400, un quarto di linea di slungamento leverà oscillazioni $24\frac{1}{2}$. Quindi una parte di quel Micrometro correggerebbe $\frac{1}{7000}$ di questo numero, cioè $\frac{49}{2.7000} = \frac{7}{2000} = \frac{1}{286}$ di una oscillazione; e quando per sei mesi continui di quel gran freddo, e per altri 6 di quell' eccessivo caldo andasse quel pendolo, onde la differenza non corretta dovesse essere a 183 doppj maggiore, una particella di Micrometro correggerebbe $\frac{183}{286}$ di una oscil-

 lazio-

lazione; cioè la differenza di un secondo raccolta in que' semestri sarebbe corretta incirca da particelle $1\frac{1}{2}$. La differenza d' un secondo nasce dall' errore di mezzo secondo fatto in sensi contrarj, e la differenza media del caldo, e freddo ne' due mezzi anni è tanto minore: La trovo in Milano dalle osservazioni del 1764, di gradi precisamente 10; onde per correggere una differenza d' un secondo di un anno intero vi vorrebbero 6 particelle, e per correggere l' errore di due secondi, 12 di esse: tanto è sensibile quel Micrometro.

Pel Micrometro S della Fig. 1. all'alzamento d' un pollice fatto da esso corrispondono oscillazioni 1200, cioè 20 minuti primi, ed un pollice ha spire 44, cioè particelle 4400: quindi 3 di quelle particelle correggono l' errore di un secondo per giorno. Basterà fare la vite di un pollice, onde la sua metà possa produrre l'effetto di 10'. Errore che non si commetterà mai nella prima costruzione; e l' altra metà V T rimanga in ogni caso immersa nel cilindro solido per sostenere tutto il peso del pendolo. Questa sarà la lunghezza del vano del cilindro più grosso: il più sottile può essere di due pollici, perchè il secondo inferiore dia luogo all' incastro X delle verghe, e al buchetto del cilindretto M M.

Se esso cilindretto sarà grosso in circa una linea, la sua circonferenza sarà di 3 linee; onde ogni rivoluzione, cioè 100 parti di Micrometro, alzerà il pesetto di 3 linee. Ora se la lunghezza del pendolo si dica l, la ragion del pesetto al peso totale m, la sua distanza del mezzo z, si trova dalla formola dell' Ugenio ben maneggiata (*), che l' abbassamento del

(*) Se si desidera di vedere, come impiego la formola d' Ugenio per vedere a un di presso l'effetto del piccolo pesetto, eccolo. Considerando il peso del resto come ridi concentrato nel suo centro di gravità, e chiamando il suo peso a, la lunghezza del pendolo l, la distanza del pesetto dalla sospensione x, essendo il suo valore ma, sarà la distanza del centro di oscillazione dalla sospensione medesima $= \frac{all + maxx}{al + max}$. Fatta la divisione, e disprezzati i termini, ne' quali la piccola quantità m sale alle potenze superiori, si avrà $l - mx + \frac{mx^2}{l}$. Quindi il pesetto alzerà esso centro per $mx - \frac{mx^2}{l} = \frac{m}{l}(lx - x^2)$. Si vede, che il suo effetto sarà come $lx - x^2$ variata la x, e però come il quadrato di una ordinata al circolo descritto col diametro l tirata dallo stesso pesetto. Si vede così, che quando esso sarà in mezzo, l'alzamento sarà il massimo, e o il pesetto vada in giù, o in su, a uguali distanze dal mezzo, sempre si abbasserà esso centro, e sempre di un' eguale quantità. Se la sua distanza dal mezzo si dica z, il quadrato dell' ordinata sarà $\frac{1}{4}l^2 - z^2$, come si vede anche sostituendo $\frac{1}{2}l + z$ per x in $lx - x^2$, mentre viene $\frac{1}{2}l^2 + lz - \frac{1}{4}l^2 - lz - z^2 = \frac{1}{4}l^2 - z^2$. Quindi il valore dell' effetto, multiplicando per $\frac{m}{l}$, sarà $\frac{1}{4}ml - \frac{mzz}{l}$. Il primo termine darà l'alzamento massimo in mezzo, ove $z = 0$, il secondo l'abbassamento sotto quel sito per qualunque distanza z.

Per vederne il numero delle oscillazioni corrispondente, giacchè i quadrati de' numeri sono in ragion reciproca delle lunghezze, sarà come la lunghezza del pendolo l alla sua differenza $\frac{mzz}{l}$, così il quadrato del numero delle oscillazioni diurno, o sia di 86400 alla sua differenza, cioè come lo stesso numero al doppio della sua, o sia

come

del centro d' oſcillazione ſotto il caſo, in cui il peſetto ſtarà in mezzo, ſarà $=\frac{mzz}{l}$; e quindi fatto n il numero delle oſcillazioni, che mancheranno in un giorno, ſi trova $nl=43200\,mzz$. Se ſarà $m=\frac{1}{100}$, e $z=144$, cioè un piede, ove già la lentina ſtarà attaccata alla gran lente; eſſendo $l=440$, ſi trova $n=46.34$ onde un peſetto un poco più grande di $\frac{1}{100}$; potrà mutare il tempo vero diurno il più lungo nel più corto, e viceverſa, giacchè la differenza di queſti in tutto l' anno non arriva a 49". Fatto ivi $n=1$, ſi troverà $z=21$, e però la diſceſa per le prime 21 linee del mezzo che porta 700 particelle di quel Micrometro, ſarà l' effetto di un ſolo ſecondo: Le ſeguenti 21 linee ſaranno ſecondi 3, 5, 7, ecc. Verſo il fin del piede il ſettimo intervallo lo ſarà di 13". Ivi il Micrometro ſarà il meno ſenſibile; pure per un ſecondo di error diurno vi vorranno 54 particelle; tanta forza eſſo avrà ancor ivi.

Il Micrometro S darà al pendolo una velocità proſſima alla cercata potendo eſſo ſolo correggere col moto di una ſua particella l' error d' un ſecondo in tre giorni: ma l' ultima preciſione la darà il Micrometro N. Se ſi voleſſe ridurre l'oriuolo al tempo medio Solare, o al tempo ſidereo ugualiſſimo; col primo di queſti due Micrometri ſi può ridurre a non sbagliare d' un ſecondo per giorno; il ſecondo potrà ridurlo a non sbagliare di un ſecondo in un anno, ove ſi tenga il peſetto vicino al mezzo, mentre lavora il primo. (S' intende ſempre, che queſta perfezione potrà averſi, ſe ſi preſcinde dall' altre imperfezioni dell' oriuolo, come cattiva coſtruzione, gelamento dell' olio, e altre cauſe ſimili.) Potrà poi eſſo primo ſervire per ridurre il tempo Solare in ſidereo, o viceverſa, giacchè la loro differenza non arriva a 4 minuti; mentre o eſſo, o il ſecondo più eſattamente, cambierà il tempo vero Solare di un tempo dell' anno in quello di un' altro.

Per ottenere queſto intento non baſteranno i calcoli fatti di ſopra, che danno i valori proſſimi, non eſatti, per eſſerſi ſuppoſta tutta la materia radunata nel centro di gravità: ma converrà dalle oſſervazioni vedere il preciſo effetto de' Micrometri. Nel Micrometro della gran lente, ſe eſſa ſi fa più piccola, onde il vette rieſca più corto, ſcemerà la ſua forza in ragion di eſſo vette; onde quando anche la lente ſi faccia di ſoli 6 pollici di diametro, ſi avrà in eſſo una ſenſibilità grandiſſima.

Se uno vorrà un buon pendolo meno diſpendioſo, potrà laſciar via il Micrometro S ed V: far la teſta delle due verghe ſemplice, ſenza que' cilindri, e fare più groſſo il peſetto, come di $\frac{1}{20}$, o $\frac{1}{10}$ del peſo totale, fare

come la metà di eſſo numero, 43200 alla ſua, la quale ſe ſi dica n ſarà $ln=\frac{43200\,mzz}{l}$, o ſia $lln=43200\,mzz$. Si vede poi che eſſendo l coſtante, ſarà n in ragion compoſta di m, cioè del peſetto, e di zz, cioè del quadrato della diſtanza dal mezzo. Meſſo 440 per l, e $\frac{1}{100}$ per m, viene $n=21$; onde le prime 21 linee danno 1"; e come le ſomme de' numeri ſpari danno i quadrati, il ſecondo intervallo eguale ne darà 3, indi 5, 7, ecc: al ſettimo ſarà $z=7\times21=147$, cioè ſarà il peſetto al fin d' un piede, e ſi avranno 13", in un abbaſſamento di 21 linee, o di 7. rivoluzioni, cioè di 700 particelle.

fare nella Fig. 3. che la riga E si pieghi essa stessa unita per A G N, lasciando che l' artefice formi una proporzione conveniente di N P a D P, cavandola da un altro pendolo, che sia già lavorato sul metodo che si prescrive qui, o che corregga in altro modo la costruzione sua dopo la pruova, che ne avrà fatta: per esempio torcendo un poco con un colpo di martello il pezzo G N; o limando una delle facce della punta sopra N, per farla restare più vicina ad O, o più lontana. Allora non vi sarà alcuna vite da lavorare, e vi sarà un solo circolo da dividere, cioè N della Fig. 1. Ma è un gran vantaggio per l' Astronomo l' esser egli padrone di dar l' ultima esattezza; e giova molto l' avere il pesetto G piccolo assai, facendo le mutazioni grosse col Micrometro S.

IL FINE.

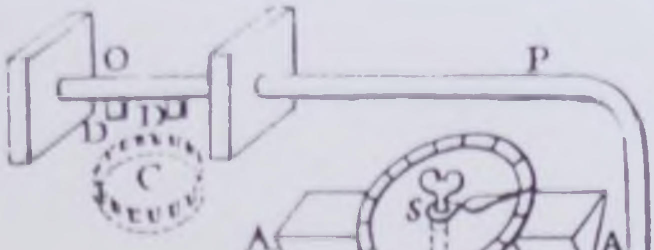
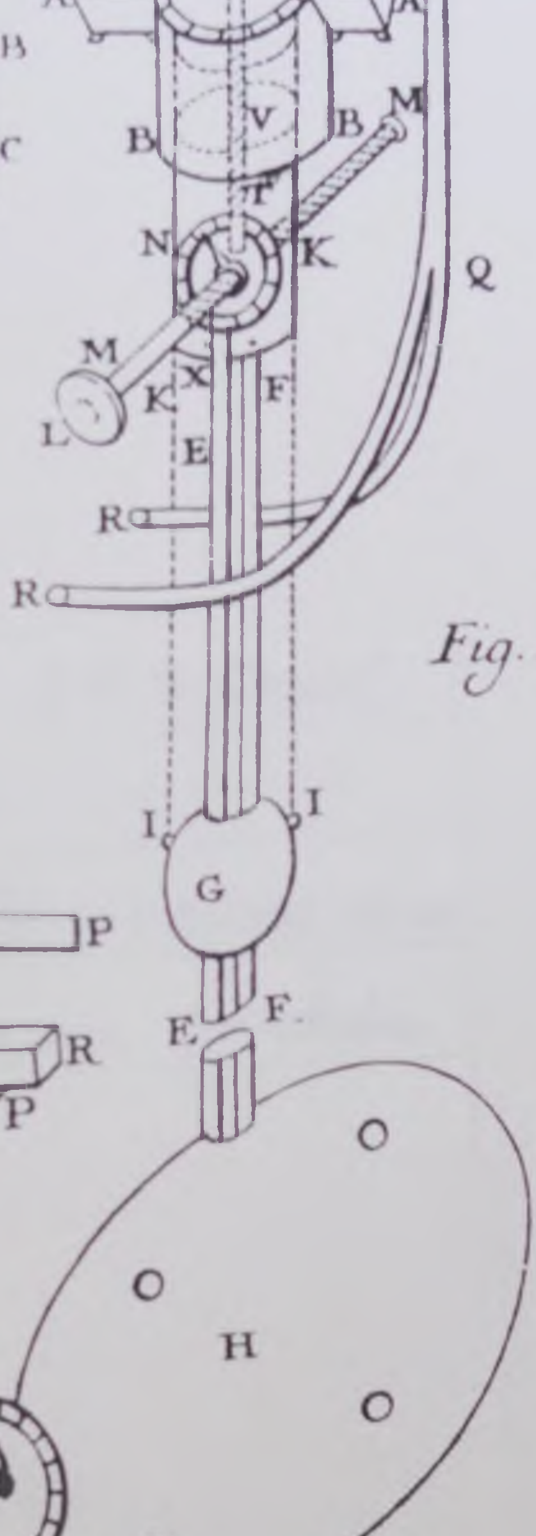

Fig. 1.

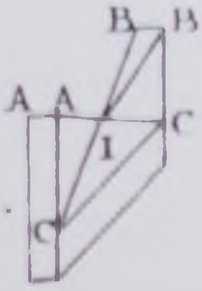

Fig. 2.

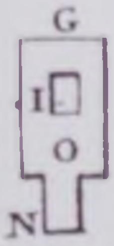

Fig. 4.

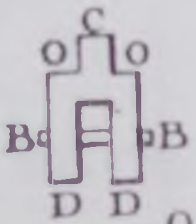

Fig. 5.

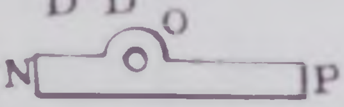

Fig. 6.

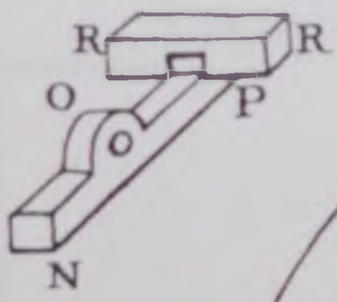

Fig. 7.

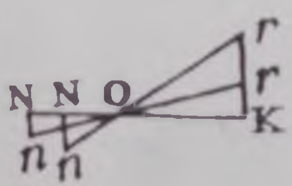

Fig. 8.

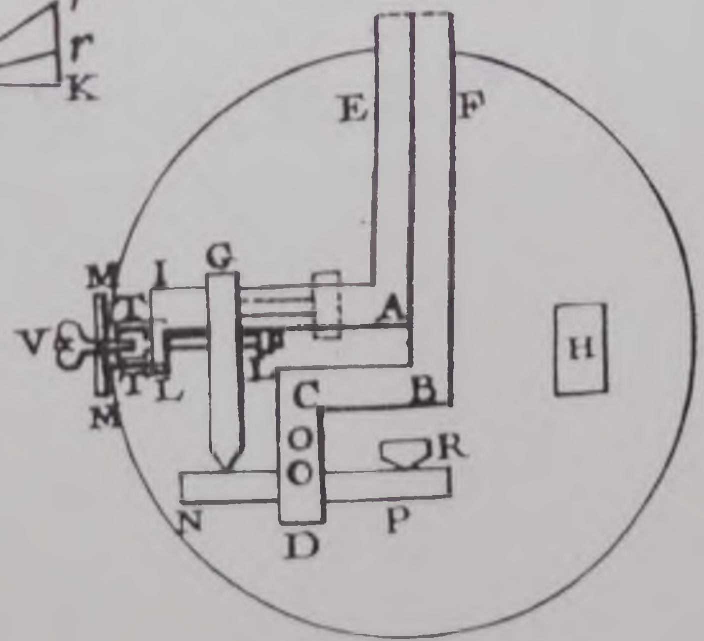

Fig. 3.